

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертацию Байбар Анастасии Сергеевны  
«Ландшафтные инварианты на основе мультиспектральных данных  
дистанционного зондирования, цифровой модели рельефа и полевых данных»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата географических наук по  
специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и  
геохимия ландшафтов

Диссертация: Москва, 2025, 219 страниц компьютерного набора.

Автореферат диссертации: Москва, 2025, 23 страницы.

### **Актуальность темы.**

Актуальность темы диссертационного исследования не вызывает сомнений. Она обусловлена необходимостью внедрения новых автоматизированных методов и подходов в традиционный процесс ландшафтного картографирования, что позволяет максимально снизить субъективизм при создании ландшафтных карт.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Теоретико-методологическую основу исследования составляют труды и разработки отечественных и зарубежных учёных в области физической географии, синергетики, общей теории систем, а также дистанционного зондирования Земли. При этом данные разработки критически анализируются и успешно адаптируются соискателем применительно к задачам исследования.

### **Оценка новизны и достоверности.**

Научная новизна работы заключается в качественной и количественной оценке биогеофизических состояний территории Центрально-Лесного заповедника, разработке методики обработки временной серии мультиспектральных данных космических съёмок на основе последовательного обобщения основных каналов сцен, а также проведении интеграции инвариантов отражения солнечного электромагнитного излучения и параметров порядка рельефа с целью выделения ландшафтных инвариантов.

Результаты исследования достоверны, так как получены на основе анализа большого количества эмпирического материала с применением апробированных методик, которые уже доказали свою эффективность на других территориях.

### **Практическая значимость диссертационного исследования.**

Практическая значимость исследования заключена в высоком внедренческом потенциале результатов. Представленные в работе разработки и материалы могут быть использованы для оптимизации и автоматизации ландшафтного картографирования, при решении проблем лесопользования и внедрения «точного

земледелия», а также в большом спектре задач экологического менеджмента и экосистемных услуг.

### **Оценка содержания диссертации.**

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, списка литературы и приложений. Основное содержание работы изложено на 169 страницах, включая 59 рисунков и 36 таблиц. Список литературы включает 266 наименований.

Из общих замечаний по работе можно отметить следующие:

1. В названии работы не определена территория исследования, нет её и в названии второй главы, хотя предлагаемый автором подход апробирован лишь на примере территории Центрально-Лесного заповедника.

2. Несмотря на большое количество рисунков, особенно карт и схем в работе (что не всегда можно увидеть в кандидатских диссертациях), имеются замечания к оформлению: на некоторых картах отсутствует масштаб, иногда вместо «условные знаки» используется англоязычный термин «легенда», кое-где излишнее, на взгляд оппонента, использование космических снимков в качестве подложки вместо обычной нагрузки общегеографической карты, что делает карту трудночитаемой и малоинформативной (например, рис. 3.2), в качестве источников иногда даются просто ссылки (часто «нерабочие») на сайты (без указания авторов карт или хотя бы названия сайта), есть нарушения нумерации рисунков (рис. 3.19 в четвёртой главе).

Во введении (с. 3–12) сформулированы защищаемые положения, намечены задачи, которые должны быть решены. Определены объект и предмет исследования, продекларированы использованные научно-методические принципы и положения, названы основные источники информации, определены научная новизна, практическая значимость, личный вклад автора и апробация работы.

На взгляд оппонента, в задачах исследования первым пунктом следовало бы поставить аналитический обзор литературных источников по теме исследования, тем более, в самой работе он присутствует в полном объёме (по сути, вся первая глава). Не совсем удачно сформулированы третье и четвёртое защищаемые положения. Не указано и обоснование выбора прямоугольника в качестве территории исследования, ведь объектом исследования является южно-таежный ландшафт Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. При описании научно-практической значимости работы весьма смелым и спорным выглядит тезис о том, что ландшафтное картографирование почти не изменилось за последние 40-50 лет, хотя в это время происходит, по сути, революция в картографии – смена картографической парадигмы: переход от «сообщений» бумажной картографии к аналитической парадигме ГИС. В том числе и в ландшафтоведении. Хочется верить, что монография «Ландшафтно-

интерпретационное картографирование» (2005 г.) и труды А.К. Черкашина, А.Д. Китова, А.С. Викторова всё же знакомы автору диссертации (хотя и отсутствуют в списке литературы). А вот при описании личного вклада автор, на наш взгляд, поскромничал, отметив в качестве основной заслуги лишь систематизацию полевых материалов и исправление ошибок в базе данных.

Первая глава (с. 13–36) посвящена рассмотрению теоретических и методических аспектов выделения инвариантов. Глава состоит из пяти разделов. В первом разделе раскрывается суть основных понятий и концепций. Соискатель предлагает критический обзор литературы по рассматриваемой проблеме, начиная от трудов Дж. Сильвестра в XIX в. и заканчивая работами Ю.Г. Пузаченко и его учеников в XXI в. При этом автор анализирует развитие теории инвариантов в географии по этапам, рассматривая плюсы и минусы различных подходов, что, конечно, облегчает понимание сути при чтении раздела. На наш взгляд, поскольку автор оперирует терминами «динамическая система», «устойчивость», было бы неплохо добавить в терминологический обзор анализ таких понятий, как «функционирование», «динамика» и «эволюция» ландшафта.

Второй и третий разделы посвящены теоретико-методологическим основам выделения инвариантов. Здесь соискателем описываются условия существования инвариантности с позиций теории динамических систем, а также методы получения инвариантов. При этом особое внимание уделено методу главных компонент, описание применения которого в географии богато оснащено ссылками на иностранные публикации (всего более 30), что является безусловной заслугой автора диссертации.

В четвёртом разделе детально рассмотрено использование метода главных компонент для выделения параметров порядка рельефа. И опять же к заслугам автора следует отнести грамотную аналитику большого количества иностранных публикаций. Приводится сравнение различных программных продуктов ГИС для расчёта морфометрических параметров (таблица 1.5). Правда, в данной таблице неясен смысл графы «Итог» – ведь многие морфометрические параметры дублируются в различном ПО, и сумма этих параметров не имеет никакого значения (об этом автор дальше сам пишет). Также следует заметить, что с научной точки зрения правильней было бы сравнить конкретные методы и алгоритмы различных авторов, а не программное обеспечение, которое использует эти методы и алгоритмы. В обзор исследований морфометрических переменных можно было бы добавить и труды отечественных учёных – например, И.В. Флоринского.

Пятый раздел посвящён использованию метода главных компонент для выделения инвариантов мультиспектральных данных дистанционного зондирования. Здесь также автор использует поэтапный подход при описании

истории использования метода. Раздел написан очень подробно, и это оправдано, т.к. данный инструментарий является основным в диссертационном исследовании.

Вторая глава «Физико-географическая характеристика территории» (с. 37–75) делится на шесть разделов, в которых представлено классическое описание природных условий. Серьёзных замечаний по главе нет. Из несущественных замечаний следует отметить: в таблице 2.1 к типам леса отнесены болота, луга и селитьба; на рисунке 2.29 приведена схема типов ландшафтного покрова, при этом в легенде использованы геоморфологические градации (типы местностей?) и названия растительных ассоциаций (типы урочищ?).

Третья глава «Материалы и методы» (с. 76–103) содержит четыре раздела. Первый раздел посвящен описанию характеристик съёмочной платформы Landsat. Раздел изобилует техническими подробностями, при этом автор совершенно правильно акцентируется даже на небольших различиях в спектральных диапазонах Landsat 4–7 и Landsat 8, 9, так как это может иметь значение при сравнении рассчитанных спектральных индексов и яркостных характеристик. Существенный интерес представляет таблица 3.3, где показаны нюансы отражательной способности растений в различных диапазонах длин волн электромагнитного спектра, т.к. это основа дистанционного зондирования растительного покрова. В качестве небольшого замечания следует отметить использование термина «разрешение» (таблица 3.1): в дистанционном зондировании разрешение может быть пространственным (что, очевидно, и имеет в виду автор, хотя единицы измерения отсутствуют), спектральным, радиометрическим и временным.

Второй раздел содержит геоботанические и почвенные описания района исследования. К заслуге автора следует отнести проведённую очень трудоёмкую работу по объединению 30-летних описаний в единую базу геоданных. В общей сложности в работе использованы данные 3186 описаний растительности и 2358 описаний почв.

Третий раздел посвящен анализу морфометрических параметров рельефа. Основой для анализа послужила цифровая модель рельефа, полученная методом нелинейной интерполяции данных оцифрованных горизонталей топографической карты масштаба 1:10 000. Далее «для удобства» сопоставления данных ЦМР и сцен Landsat точность модели была загрублена до разрешения 30x30 м. Поскольку рельефу в данном исследовании отводится важная роль, возникает несколько вопросов. Чем обусловлен выбор метода для построения ЦМР? Почему не использован метод Хатчинсона, который был специально разработан для построения гидрологически корректных ЦМР на основе горизонталей топокарт (например, в ArcGIS этот метод лежит в основе инструмента «Топо в растр»)? И самое главное, зачем, имея данные с крупномасштабной топокарты, искусственно

занижать точность модели почти в 10 раз (разрешение 30 м примерно соответствует масштабу 1:100 000)? Тем более, что в дальнейшем автор наряду с мезорельефом пытается выделить и формы микрорельефа. С другой стороны, если действительно имеется большая потребность в унификации данных ЦМР и ДДЗ, то генерализация крупномасштабной ЦМР до масштаба 1:100 000 являет собой более правильный путь, нежели просто использование готовой среднемасштабной ЦМР (типа SRTM).

В четвертом разделе приведена общая схема анализа данных. В разделе с помощью хорошо разработанных схем представлены основные этапы диссертационного исследования, а также приведены градации ключевых показателей рельефа, температуры приземного слоя атмосферы, растительности и почв.

Последняя, четвёртая глава (с. 104–167) является самой большой в диссертации и содержит описание результатов исследования. Глава богато иллюстрирована серией авторских тематических растров различных пространственно-временных инвариантов, венчает которую карта инвариантных биофизических состояний южно-таежного ландшафта. В главе последовательно по разделам показаны результаты всех этапов исследования. Именно эти результаты представляют научную ценность и позволяют сделать вывод о законченности исследования. Следует также особо отметить выполненную верификацию полученных ландшафтных инвариантов по данным полевых описаний при помощи мультирегрессионного анализа.

В заключении сформулированы основные выводы.

Сколько-нибудь существенные замечания по текстовой части работы отмечены в характеристике глав. Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации.

Среди полученных научных результатов необходимо выделить следующие, на наш взгляд, наиболее важные:

- разработана уникальная методика картографирования инвариантных биогеофизических состояний геосистем на основе анализа мультиспектральных космических изображений, цифровой модели рельефа и материалов полевых исследований – таким образом, сделана попытка с помощью современного инструментария придать «второе дыхание» проблематике выделения ландшафтных инвариантов, поднятой почти полвека назад В.Б. Сочавой;
- создана серия цифровых тематических растровых карт различных пространственно-временных инвариантов на территорию Центрально-Лесного заповедника;

- выявлены и закартографированы инвариантные биогеофизические состояния геосистем Центрально-Лесного заповедника с семантической интерпретацией классов состояний на основе полевых данных.

Также к несомненным плюсам работы следует отнести большой временной ряд полевых исследований (8 лет), обилие источников литературы на иностранном языке (144) и хорошую апробацию в виде докладов на 12 международных и всероссийских конференциях.

В целом, диссертация А.С. Байбар представляет собой завершённое научное исследование в области ландшафтного анализа с применением дистанционных методов. Научные результаты и выводы, базирующиеся на большом объёме исходной информации, полученной с применением современных методов исследований, достоверны и не вызывают сомнения. Основное содержание диссертации отмечено в автореферате и 16 публикациях, 4 из которых в журналах из перечня ВАК.

Диссертация А.С. Байбар соответствует критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации «О присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 16 октября 2024 г.), а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата географических наук по специальности 1.6.12 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Официальный оппонент  
заведующий кафедрой географии ТГУ,  
кандидат географических наук  
(1.6.21 – Геоэкология),  
доцент

Хромых Вадим Валерьевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (634050, Российская Федерация, г. Томск, пр. Ленина, 36; тел.: (3822) 52-98-52; rector@tsu.ru, <http://www.tsu.ru>).

14 мая 2025 г.



Подпись

удостоверяю

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ **ТГУ**

**О. В. БУХАРОВА**